Sonderabdruck aus der „Monatsschrift für Unfallheilkunde“ No. 5. 1896.

Ergänzungen zu meinem Aufsatze „Fingerübungen“.*)

Von Dr. med. Otto Thilo in Riga.

Zu den nachfolgenden Erklärungen fühle ich mich veranlasst, durch die Anfragen einiger Collegen und die Befürchtung des Herrn Dr. Thomas,**) „dass mein Aufsatz ‚Fingerübungen‘ bei den in Physik und Mathematik sachverständigen, nicht ärztlichen Lesern dieser Zeitschrift einen schlechten Eindruck von der Bildung der Aerztewelt hervorrufen könnte.“

Als Ausgangspunkt für diese Erklärungen möge ein Brief dienen, den ich in dieser Sache an einen Collegen richtete.

Der angesehene deutsche College, Redacteur einer verbreiteten deutschen Zeitschrift, schrieb mir unter anderem: „. . . . . Ich erlaube mir, eine Anfrage an Sie zu richten, deren Beantwortung meinen halb vergessenen mathematischen Kenntnissen sicherlich auf die Beine helfen wird. Es heisst in Ihrem Artikel (Fingerübungen) $Sa - Pl = 0$. Um die Formel zu verstehen, müsste erst bewiesen sein, dass $Sa = Pl$. Ist das der Fall?“

Meine Antwort an den Collegen will ich hier etwas weiter ausführen.

Ich schrieb ungefähr Folgendes: „Ich begreife sehr wohl, dass diese Formel Ihnen nicht verständlich ist. Auf den Gymnasien ist sie auch heut zu Tage noch wenig in Gebrauch. Die mechanische Arbeit wird auf den Gymnasien meist mit Hilfe des Parallelogramm der Kräfte verdeutlicht und bestimmt, während die Ingenieure und andere Fachleute fast ausschliesslich die obige Formel verwenden.

Man kann mit ihr sehr bequem durch Rechnung die gewünschten Werthe finden. Das Parallelogramm der Kräfte hingegen erfordert etwas weitläufige Constructionen und auch Berechnungen.

Die Herleitung der obenerwähnten Formel findet man in allen Lehrbüchern der Mechanik.***) Ich gehe daher hier nicht weiter auf diese Herleitung ein.

Die Zu- und Abnahme der Widerstände an meinem Apparate kann man übrigens auch ohne ein Verständniss für diese Formel einsehen. Ein Blick auf das Schema III Seite 231 meiner Abhandlung (Jahrg. II No. 8) zeigt, dass in dieser Stellung der Gewichtszug keine Drehung des Hebels bewirken kann, da die Spitze des Hebels auf einem todten Punkte steht. Die gesammte Zugkraft der Schnur wird durch den Hebel auf den Stützpunkt des Hebels übertragen. Belastet man z. B. in dieser Stellung das Ende der Schnur mit 100 g, so ist die drehende Wirkung dieser 100 g gleicht 0. In Fig. 1 α' ist dieses nur annähernd der Fall, da Schnur und Hebel einander **nicht** in einer Linie berühren.

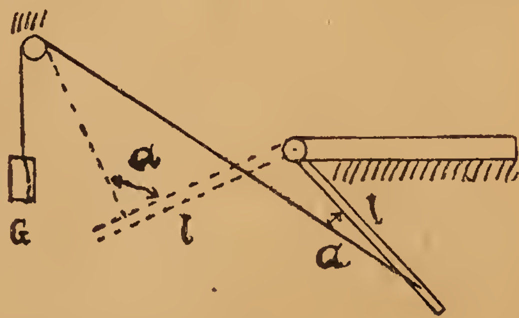


Fig. 1.

Bringt man den Hebel in eine derartige Stellung, dass Schnur und Hebel einen Winkel von 90° bilden, Fig. 1 α, so ist die drehende

*) Monatsschrift für Unfallheilkunde. Jahrg. 2, No. 8.
**) Monatsschrift für Unfallheilkunde. Jahrg. 3, No. 1.
***) Vergl. die Elemente der Mechanik von Dr. E. Ott, Zürich, Schulthess 1877.

Wirkung der 100 g gleich 100 g, da ja bekanntlich diese rechtwinklige Stellung die günstigste Kraftrichtung gewährt. Es hat also die drehende Wirkung des Gewichtszuges G eine Steigerung von 0 g auf 100 g erfahren. Selbstverständlich ist hierbei das Gewicht am Ende der Schnur dasselbe geblieben, gleich 100 g.

Die Werthe zwischen 0 und 100 g findet man sehr bequem, indem man 100 mit dem sin α multiplicirt, nach der Formel $P = G \sin \alpha$ (s. S. 231)

z. B. für den Winkel $\alpha = 30^0$ ist $100 \cdot \sin 30^0 = 100 \cdot 0{,}5 = 50$ g
„ „ „ $\alpha = 40^0$ ist $100 \cdot \sin 40^0 = 100 \cdot 0{,}64279 = 64{,}279$ g
„ „ „ $\alpha = 50^0$ ist $100 \cdot \sin 50^0 = 100 \cdot 0{,}76604 = 76{,}604$ g

u. s. w. Die 100 g also, welche in dem Eimer meiner Vorrichtung für Fingerübungen sich befinden, wirken folgendermaassen drehend auf die Fingerspitze:

Bilden Finger und Schnur des Gewichtszuges einen Winkel
von 0°, so ist die drehende Wirkung der 100 g = 0
„ 30°, „ „ „ „ „ „ 100 g = 50 g
„ 40°, „ „ „ „ „ „ 100 g = 64,3 g
„ 50°, „ „ „ „ „ „ 100 g = 76,6 g
„ 90°, „ „ „ „ „ „ 100 g = 100 g u. s. w.

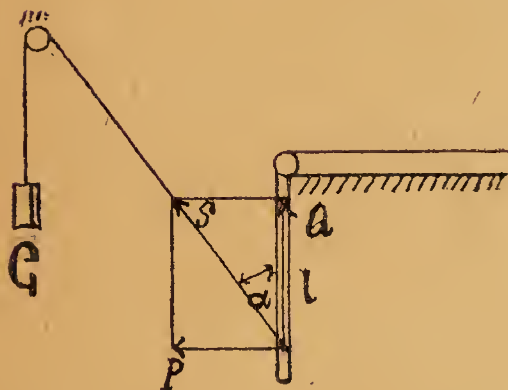


Fig. 2.

Es hat also der Finger, wenn Schnur und Finger einen Winkel von 0° bilden, einen Widerstand von 0° zu überwinden; von 50 g, wenn Schnur und Finger einen Winkel von 30° bilden, von 100 g, wenn Schnur und Finger einen Winkel von 90° bilden.

An einem Hebel, dessen freies Ende mit einem Gewichte beschwert ist, liegen die Verhältnisse genau ebenso.

In Fig. 3 ist die drehende Wirkung des Gewichtes bei 0° = 100 g, bei 90° = 0 g.

Auch hier kann man die Zwischenwerthe entweder durch die obige Formel oder durch das Parallelogramm der Kräfte finden.

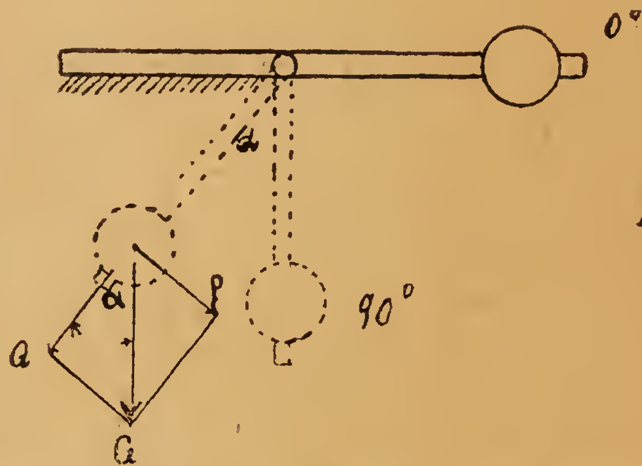


Fig. 3

In Fig. 2 ist dargestellt, wie man an Hebeln mit Gewichtszügen durch das Kräfteparallelogramm **den** Theil der Kraft findet, der drehend auf den Hebel wirkt.

P ist senkrecht zum Hebel gerichtet und wirkt daher drehend, Q fällt in die Richtung des Hebels und kann mithin **nicht** drehend auf den Hebel einwirken.

Fig. 3 stellt dar, wie an Hebeln, deren freies Ende mit einem Gewichte beschwert ist, die drehende Wirkung des Gewichtes mit Hilfe des Parallelogramm der Kräfte nachgewiesen werden kann. P wirkt drehend, Q fällt in die Richtung des Hebels und ist unwirksam für die Drehung.

Ich hoffe, dass meine obigen Darlegungen den Collegen verständlich gewesen sind, sollte dieses nicht der Fall sein, so bitte ich die Collegen, welche sich für Widerstandsvorrichtungen interessiren, einen Physiker vom Fach zu fragen, ob meine Darstellungen den Gesetzen der Mechanik entsprechen.

Die Einwirkung von Gewichten und Gewichtszügen auf die Bewegung von Hebeln kann also durch Rechnung oder Construction sehr genau festgestellt werden.

Schwieriger ist es die Kraftabnahme des Muskels festzustellen, welche statt hat, wenn der Muskel sich immer mehr und mehr zusammenzieht (Schwan n'sches

Gesetz). Die Kraftbestimmungen, die neuerdings von A. Fick*) hierüber angestellt wurden, beweisen, dass Versuche an Muskeln, die man vom Knochen abgetrennt hat, für die Beurtheilung dieser Verhältnisse im vorliegenden Falle nicht ausreichen. Fick äussert S. 584: „Wenn durch die Zusammenziehung des Fingermuskels (Abductor indicis) der Finger über die mittlere Lage ziemlich weit hinausgeführt ist, spannt sich das innere Seitenband des Gelenkes allmählich an und es arbeitet dann der Muskel gegen zwei Kräfte, gegen die Spannung des Verbindungsdrahtes mit dem Myographenhebel und gegen die Spannung des Gelenkbandes. Im Punkte H der Curve ist also auch keineswegs die Spannung des Muskels verschwindend klein (20 g, wie die Spannung des Drahtes), vielmehr hat sie einen **erheblichen** Werth, der in Gleichgewicht gehalten wird durch die Gelenkbandspannung. Dass dieses in der That der Fall ist, kann man an der Härte des Muskels in diesem Stadium deutlich fühlen."

Dieser „erhebliche Werth" ist gewiss oft bei erkrankten Gelenken durch Verdickung der Bänder noch erheblicher, als an dem gesunden Gelenke, mit welchem Herr Prof. A. Fick seine Versuche anstellte.

Dieser erhebliche Werth muss also addirt werden zu der Abnahme der Muskelkraft, welche stattfindet, wenn der Muskel sich immer mehr und mehr zusammenzieht; nur so kann man feststellen, um wieviel zum Schluss der Widerstandsbewegung der Widerstand abzunehmen hat.

Da bisher diese Werthe nicht berechnet werden konnten, so giebt auch Zander an, dass eine Berücksichtigung dieser Werthe „durch praktische Versuche geschehen muss" bei der Herstellung von Widerstandsvorrichtungen.

Er äussert sich folgendermaassen:**) „Die Schwierigkeit ist den Hebelgesetzen sowohl, als dem Schwann'schen Gesetze bei der Construction der Apparate den berechtigten Einfluss einzuräumen, was nicht durch Berechnungen allein, sondern auch durch praktische Versuche geschehen muss. So habe ich beim Apparate B 9 Kniebeugen, den grössten Widerstand nicht da gesetzt, wo Ober- und Unterschenkel einen rechten Winkel mit einander bilden, wie es das Hebelgesetz fordert, sondern ca. 30⁰ vor dieser Stellung, weil man während der Bewegung deutlich **fühlt,** dass das Maximum von Widerstand an dieser Stelle am leichtesten beseitigt wird."

Also das Schwann'sche Gesetz wurde von Zander durch das **Gefühl** an seinen Apparaten berücksichtigt, **nicht** durch Rechnung.

Auch an meinem Fingerüber wird das Schwann'sche Gesetz durch das Gefühl berücksichtigt. Man giebt der Hand eine solche Stellung, dass das „Maximum von Widerstand" nicht dort zu Stande kommt, wo Hand und Finger einen rechten Winkel bilden, sondern „ca. 30⁰ vor dieser Stellung".

Ob man die Stellung richtig gewählt hat oder nicht, erkennt man am Besten, wenn man die Versuche an Muskeln anstellt, die sehr bedeutend geschwächt sind.

Die Bewegung solcher schwacher Muskeln wird ausgiebiger und leichter durch richtige Widerstände, als ohne Widerstände. Ich habe dieses oft Collegen an meinen Apparaten gezeigt.

Diese ausgiebigen Bewegungen erreicht man jedoch nur, wenn man den Eimer richtig belastet und die Hand richtig gelegt hat.

Besonders deutlich war dieses in dem S. 233 meiner Arbeit „Fingerübungen" angeführten Falle.

---

*) Myographische Versuche am lebenden Menschen von A. Fick. Arch. f. ges. Physiol., Bd. 60, Bonn 1895.

**) Dr. A. Levertin, Dr. G. Zander's Medico-mech. Gym., Stockholm. Seite 23. Königl. Buchdruckerei. 1892.

Der Kutscher L. konnte im Beginn meiner Behandlung ohne meinen „Fingerüber“ keine Streckbewegungen mit seinen Fingern vornehmen. Bei einer Belastung von 8 g war eine leichte Streckung möglich.

Der Erfolg meiner Behandlung zeigte auch deutlich die Wirksamkeit meiner Vorrichtung.

Durch Uebungen mit derselben wurde die Kraft der Fingerstreckmuskeln von 8 g auf 700 g gesteigert. (Siehe meine Zusammenstellung Seite 234.)

Da die Streckmuskeln der linken gesunden Hand 900 g überwanden, also 200 g (Seite 234) mehr als die der kranken Hand, so wurde L. seit 1. Februar 1896 abermals von mir behandelt. Dreimal wöchentlich wurde er massirt. In meiner Gegenwart übte er an meinem Apparat. Jetzt, im Mai 1896, überwinden auch die Fingerstreckmuskeln der rechten (kranken) Hand 900 g. Es wurde also die Kraft der Fingerstreckmuskeln von 8 g auf 900 g gesteigert, d. h. mehr als verhundertfacht.

Dieser Fall ist unter den Collegen in Riga wohlbekannt, da ihn mehrere Collegen zu wiederholten Malen untersucht haben. Der Herr des Kutschers L. sagte mir vor der Behandlung: „Herr Doctor, wenn Sie mir den Mann da nicht herstellen, so kostet das der Fabrik tausende von Rubeln!“ Diesem Ausspruche stimmten andere Fabrikbesitzer und auch Advocaten bei. Sie äusserten, dass in derartigen Fällen in Russland stets der Arbeitgeber von den Gerichten verurtheilt werde und zwar auf sehr bedeutende Summen (4000 bis 5000 Rubel). Einige Fabriken sind bei Häufung derartiger Fälle zum Bankerott gelangt und so wurden denn viele Menschen brotlos, wegen all zu grosser Berücksichtigung eines einzelnen Menschen. Der Kutscher nahm auch Abstand von einer gerichtlichen Klage gegen seinen Herrn, und der Herr sagte mir, dass er durch meinen Apparat tausende von Mark gewonnen habe.

Auch der Seite 232 angeführte Fall von Schreibkrampf wurde vollständig geheilt. — Dieselben Erfolge an anderen Gliedmaassen mit ähnlichen Vorrichtungen werde ich in der nächsten Zukunft veröffentlichen.

Die Verminderung des Druckes in den Gelenken bei Widerstandsbewegungen möge Fig. 4 und 5 verdeutlichen.

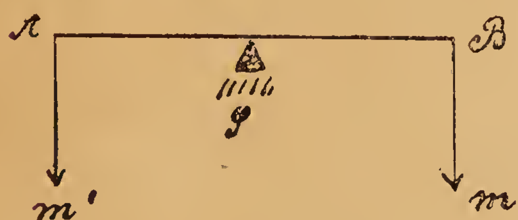


Fig. 4.

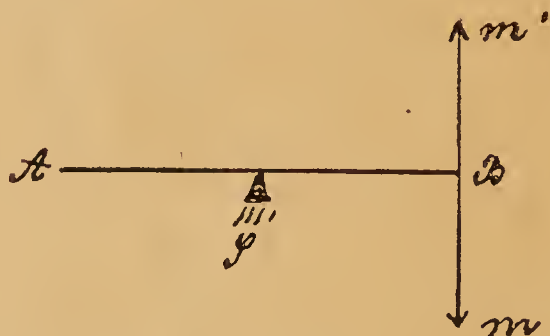


Fig. 5

Die Linie $A\,B$ stelle einen zweiarmigen Knochenhebel dar, der auf dem Stützpunkte S ruht. Die Linien m und m' stellen zwei Muskeln dar, die einander das Gleichgewicht halten. Sie drücken hierbei den Hebel $A\,B$ gegen den Stützpunkt S. Der hierdurch erzeugte Druck D ist gleich $m + m'$.

Verlege ich die Kraft m' von A nach B Fig. 5 m', so ist wiederum Gleichgewicht am Hebel vorhanden, der Druck D des Hebels $A\,B$ auf S ist aber gleich $m - m' = 0$.

Bewegung tritt bei Hebeln, an denen zwei Kräfte einander das Gleichgewicht halten, ein, wenn die eine Kraft ganz unbedeutend gesteigert wird. Diese Steigerung ist so gering, dass man sie gewöhnlich bei derartigen Betrachtungen vernachlässigt. Daher habe ich in meiner Arbeit Fingerübungen $m = m'$ gesetzt.

Thut man dieses nicht, so erhält man für D einen Werth, der von Null nur sehr wenig verschieden ist.

Diein Fig. 4 und 5 dargestellten Verhältnisse entsprechen dem Schema I. Seite 238, meiner Arbeit „Fingerübungen“ (Fussrückenbeugen, Dorsalflexion),

Natürlich liegen bei anderen Bewegungen an anderen Gelenken die Druckverhältnisse anders.

So ist z. B. bei Fusssohlenbeugen (Plantarflexion) mit Widerstand $D = m + m'$.

Unverständlich sind mir in der Erwiderung des Herrn Dr. Thomas*) folgende Sätze:

„Es ist doch wohl der feststehende Theil des Gelenkendes nur als Hypomochlion für den bewegten Theil des Gelenkes aufzufassen, in dem es auch ohne Widerstandsbewegungen nicht zu einem Drucke kommt.“

Also z. B. bei der Hebelvorrichtung Fig. 4 kommt es nach Dr. Thomas im Stützpunkte nicht zu einem Drucke.

Weiter heisst es: — — „Ist nun aber unter pathologischen Verhältnissen eine die Bewegungen erschwerende Druckempfindlichkeit der Gelenkkörper vorhanden, so wirkt doch wohl die Extension (auch in der Ruhe) nur darum so schmerzstillend, weil sie die schmerzhafte Reibung verhindert und nicht, weil sie den Druck aufhebt.“

1. Wie kann die Druckempfindlichkeit der Gelenkenden die Bewegungen erschweren, wenn nach Dr. Thomas kein Druck der Gelenkenden gegen einander stattfindet!

2. Ist in der Ruhe Reibung möglich?! Ist Reibung ohne Druck möglich?!

In den „Elementen der Mechanik“ von Ott heisst es Seite 135: Vor allem aber ist die Reibung abhängig vom Normaldruck N, den der Körper auf die Unterlage ausübt; sie ist ein Bruchtheil desselben.“

Ich glaube, dass aus meinen obigen Darlegungen sich folgende Sätze ergeben, die gewiss jeder Physiker unterschreiben wird.

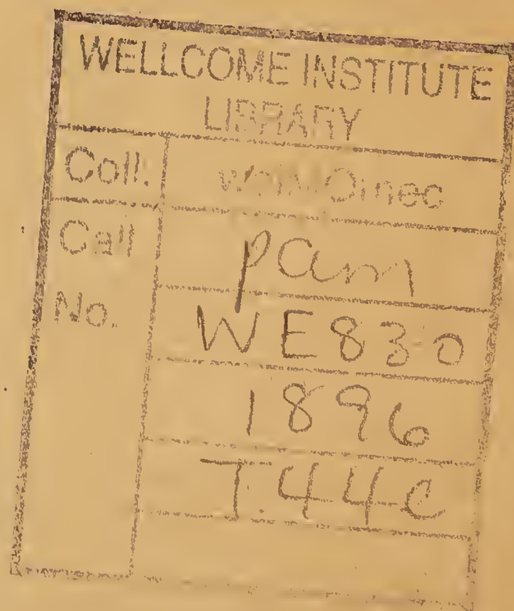
1. Beim Gebrauch meiner Vorrichtung für Fingerübungen findet eine Zu- und Abnahme der Widerstände nach den Hebelgesetzen statt. Es ändern sich die Widerstände mit der Kraftrichtung. (Mit dem Sinus des Winkels zwischen Hebel und Kraftrichtung [Schnur].)

2. An Hebelvorrichtungen, deren freies Ende mit einem Gewichte belastet ist, findet dieselbe Zu- und Abnahme der Widerstände statt. Es ändern sich die Widerstände mit der Kraftrichtung. (Mit dem Sinus des Winkels zwischen Kraftrichtung und Hebel.)

Ebenso glaube ich, wird jeder Physiker zugeben, dass Herr Dr. Thomas nach seinen Darlegungen zu urtheilen, die Hebelgesetze unvollkommen kennt, und auch über den Begriff der Reibung im Unklaren sich befindet und daher nicht im stande ist, ein maassgebendes Urtheil über den mechanischen Theil meiner Arbeit „Fingerübungen“ zu fällen.

---

*) M. f. U. Jahrg. III. No. 1, S. 18 Zeile 7 von unten.



Druck: Deutscher Verlag (Ges. m. b. H.), Berlin SW., Königgrätzer Str. 41/42. 61100